

PAT-NO: JP403282417A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03282417 A
TITLE: VARIABLE WAVELENGTH TYPE OPTICAL
BAND-PASS FILTER
PUBN-DATE: December 12, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
UCHIDA, TATSUO	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
RES DEV CORP OF JAPAN	N/A

APPL-NO: JP02081037
APPL-DATE: March 30, 1990

INT-CL (IPC): G02F001/13 , G02F001/1347

US-CL-CURRENT: 349/33, 349/96, 349/FOR.127

ABSTRACT:

PURPOSE: To vary wavelength by providing polarizers, liquid crystal sandwiched between the polarizers, and voltage sources which apply a voltage to the liquid crystal.

CONSTITUTION: This band-pass filter is equipped with the polarizers P, liquid crystal materials LC1 - LC3 sandwiched between the polarizers P, and the voltage sources which apply the voltage to the liquid crystal material LC1 - LC3. Namely, the

liquid crystal materials LC1 - LC3 are used instead of birefringent plates of a conventional Lyot filter for replacement with an ECB (Electrically Controlled Birefringence) type liquid crystal cell, and then the value of the effective refractive index anisotropy Δn is varied with the applied voltage. For the purpose, the value of the Δn of the laminated ECB cell is varied. Consequently, such narrow-band characteristics that the transmission spectrum of the filter is steep can be obtained. Consequently, the wavelength of the transmission spectrum can easily be varied.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A) 平3-282417

⑬ Int. Cl.⁵

G 02 F 1/13
1/1347

識別記号

5 0 5

庁内整理番号

8806-2K
8806-2K

⑭ 公開 平成3年(1991)12月12日

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全6頁)

⑮ 発明の名称 波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタ

⑯ 特 願 平2-81037

⑰ 出 願 平2(1990)3月30日

特許法第30条第1項適用 平成元年10月14日、日本化学会主催の「第15回液晶討論会」において文書をもって発表

⑱ 発 明 者 内 田 龍 男 宮城県多賀城市丸山1-16-13-42

⑲ 出 願 人 新 技 術 事 業 団 東京都千代田区永田町2丁目5番2号

⑳ 代 理 人 弁 理 士 清 水 守

明 細 書

1. 発明の名称

波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタ

2. 特許請求の範囲

(1) 波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタにおいて、

(a) 偏光子と、

(b) 該偏光子間に挟まれる液晶と、

(c) 該液晶に印加される電圧源とを具備する波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタ。

(2) 前記電圧源の調整によって透過スペクトルの波長を任意に制御してなる請求項1記載の波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタ。

(3) 平行偏光子で挟んだ液晶と偏光子がクロスして配置されるクロスニコルで挟んだ液晶を重ねて配置してなる請求項1記載の波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタ。

(4) 前記偏光子がクロスして配置されるクロスニコルで挟んだ液晶を入力側に1枚配置し、平行

偏光子で挟んだ液晶を出力側に重ねて配置してなる請求項1記載の波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタ。

(5) 前記偏光子がクロスして配置されるクロスニコルで挟んだ液晶を入力側に1枚配置し、平行偏光子で挟んだ液晶を出力側に2枚重ねて配置してなる請求項1記載の波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタ。

(6) 平行偏光子で挟んだ液晶を入力側に配置し、偏光子がクロスして配置されるクロスニコルで挟んだ液晶を出力側に1枚配置してなる請求項1記載の波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタ。

(7) 平行偏光子で挟んだ液晶を入力側に2枚配置し、偏光子がクロスして配置されるクロスニコルで挟んだ液晶を出力側に1枚配置してなる請求項1記載の波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタ。

(8) 平行偏光子で挟んだ液晶を入力側及び出力側に配置し、偏光子がクロスして配置されるクロ

スニコルで挟んだ液晶を中間に1枚配置してなる請求項1記載の波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタ。

(9) 平行偏光子で挟んだ液晶を入力側及び出力側にそれぞれ1枚配置し、偏光子がクロスして配置されるクロスニコルで挟んだ液晶を中間に1枚配置してなる請求項1記載の波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、オプティカル・バンドパスフィルタに係り、特に偏光子間に液晶をサンドイッチ状に配置した波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタに関する。

(従来の技術)

従来、比較的鋭い透過スペクトルを有するバンドパスフィルタとしてリオ・フィルタ(Lyo-Filter)が知られている。このリオ・フィルタは、今から50年程前にフランスの天文学者リオ(Lyo)が考案したナロー・バンドパス

フィルタであり、太陽単色像の研究等に利用されている。このリオ・フィルタは、2枚の平行偏光子で挟んだ一軸性結晶を多段に積層することによって、特定の波長の比較的鋭い透過スペクトルを有するバンドパスフィルタを構成することができる。即ち、このリオ・フィルタは、第3図に示すように、厚さ $2^i d$ ($i = 0, 1, 2, \dots$)の複屈折板(一軸性結晶) B_1, B_2, \dots と平行偏光子 P, P, \dots から構成される。

このリオ・フィルタの透過率は、

$$T = \prod_{i=0}^k \cos^2(2^{i-1} \pi \Delta n d / \lambda) \quad \dots (1)$$

で与えられ、 $\Delta n d$ はリターデーション(常光と異常光との位相差)、 Δn は屈折率異方性、 d は複屈折板の厚さ、 k は積層した複屈折板の数である。ここで、

$$\Delta n d = \lambda. \quad \dots (2)$$

とすると、平行偏光子 P で挟んだすべての複屈折板 B_1, B_2, \dots の透過スペクトルのピークは、次の波長で重なることになる。

$$\lambda = \infty, \lambda_0, \lambda_0/2, \lambda_0/3 \quad \dots (3)$$

第4図(a)~(c)はそれぞれ k を1, 2及び3とした場合の透過率を、 λ/λ_0 で表したものである。

このように、透過スペクトルの幅は、 k の増加と共に減少する。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、上記したバンドパスフィルタにおいては、複屈折板(一軸性結晶)を用いるため、透過スペクトルは特定の波長に固定されてしまい、任意に変化させることができない。また、一般に複屈折板の屈折率異方性 Δn が正の波長分散を有するために、可視領域に隣接する透過バンドが含まれてしまい、バンドパスフィルタとしての機能が損なわれてしまうといった問題があった。

本発明の目的は、上記問題点を解決し、液晶への印加電圧を適宜に設定することにより、波長を可変にすることができる波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタを提供することにある。

また、本発明の他の目的は、隣接する透過帯域を遮断し、可視領域に2つの透過帯域が含まれる

ことのない波長可変型バンドパスフィルタを提供することにある。

(課題を解決するための手段)

本発明は、上記目的を達成するために、波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタにおいて、偏光子と、該偏光子間に挟まれる液晶と、該液晶に印加される電圧源とを設けるようにしたものである。

また、平行偏光子で挟んだ液晶と偏光子がクロスして配置されるクロスニコルで挟んだ液晶を重ねて配置するようにしたものである。

例えば、第1図に示すように、偏光子がクロスして配置されるクロスニコルで挟んだ液晶を入力側に1枚配置し、平行偏光子で挟んだ液晶を出力側に重ねて配置する。

また、第6図に示すように、平行偏光子で挟んだ液晶を入力側に2枚配置し、偏光子がクロスして配置されるクロスニコルで挟んだ液晶を出力側に1枚配置するようにしたものである。

(作用)

本発明によれば、上記のように構成したので、フィルタの透過スペクトルが急峻な、狭帯域特性を得ることができる。また、液晶への印加電圧を適当に設定することにより、容易に透過スペクトルの波長を変化させることができる。

また、隣接する透過帯域は完全に遮断され、可視領域に2つの透過帯域が含まれることはなくなる。

更に、表示に用いる場合には、任意の色相の、しかも高い色純度を得ることができる。

(実施例)

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら詳細に説明する。

第1図は本発明の実施例を示す波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタの構成図である。

この図に示すように、前記したリオ・フィルタの複屈折板に代えて液晶LC₁、LC₂、LC₃を用い、ECB(Electrically Controlled Birefringence)型液晶セルで置き換えると、実効的な Δn の値は印加電圧によって変化させるこ

N-GR41は第5図に示すような典型的な波長特性を持っている。この場合には、 Δn を $\Delta n(\lambda)$ と置き、第4図の横軸は λ/λ_0 を、 $\Delta n(\lambda) \cdot \lambda_0 / \Delta n(\lambda_0) \cdot \lambda$ で書き換えて考える必要がある。LIXON-GR41について、第4図の上部に実線で示した可視領域を、 Δn の波長特性を考慮して補正すると、可視領域は点線の部分も含むことになる。

ここで、 $\Delta n(\lambda)$ は測定結果(第5図参照)に基づきCauchyの分散式を用いて次のように計算している。

$$\Delta n(\lambda) = 0.192 + 2924/\lambda^2 + 2.237 \times 10^9 / \lambda^4$$

補正した可視領域を見てわかるように、 λ_0 を645nmなどの長波長に設定すると、可視領域において、隣接する透過帯域が一部含まれてしまい、バンドパスフィルタとしての正常な機能を果たせなくなる。

この問題を解決するために、クロスニコルで挟んだECBセルを、第1図に示すように、液晶リ

とができる。従って、積層したECBセルの Δn の値を上記(2)式の条件を満足させるように変化させる。即ち、

$$(\Delta n d)_j = 2^{j-1} \cdot \lambda_0 \quad (j=1, 2, 3 \dots)$$

を満足させながら変化させると、ピーク波長 λ_0 を任意に選択することができる。

ここで、 $(\Delta n d)_j$ は、j番目のECBセル(第1図参照)の $\Delta n d$ の値である。これを液晶リオ・フィルタと呼ぶことにする。液晶としては、株式会社チッソ製のLIXON-GR41を用いるものとして、いくつかの代表的なピーク波長 λ_0 の値に対する可視領域の範囲(400~700nm)を第4図の上部に実線示している。ただし、液晶の Δn の値は波長550nmの値を用い、400~700nmの範囲でこの値は波長によって変化しない(波長分散をもたない)ものとした。これより、セルの枚数を3枚以上にすると、可視領域において特性のよいバンドパスフィルタを得ることができる。

しかし、一般に液晶の Δn の波長分散は無視できない程大きく、例えば今回用いた前記LIXO

オ・フィルタに付加する。これを修正型液晶リオ・フィルタと呼ぶことにする。

このタイプの修正型液晶リオ・フィルタの透過率は、

$$T = \sin^2(\pi(\Delta n d)_c / \lambda) \cdot \prod_{j=1}^k \cos^2(2^{j-1} \pi \Delta n d / \lambda) \quad \dots (4)$$

で表される。ここで、 $(\Delta n d)_c$ はクロスニコルで挟んだECBセルの $\Delta n d$ を意味し、

$$(\Delta n d)_c = (m+1/2) \lambda_0 \quad \dots (5)$$

となるように設定する。この場合は、すべてのECBセルの透過スペクトルのピークは、

$$\lambda = \lambda_0, \lambda_0/3, \lambda_0/5, \dots \quad \dots (6)$$

で重なることになる。第2図(a),(b)の実線は、それぞれ $m=1, 2$ とした場合(平行偏光子で挟んだ液晶の数 k は2とした)の修正型液晶リオ・フィルタの透過特性の計算値を示したものである。この場合は、 λ_0 をどのような値に設定しても、可視領域の範囲に隣接する透過帯域が含まれることはない。

このように構成した修正型液晶リオ・フィルタ

の光学特性を測定した。第2図(a), (b) にそれぞれ λ を470 nm及び518 nmとした場合の測定結果を一点鎖線で示している。

この図から明らかなように、ほぼ設計通りの結果が得られており、また、その表示色を色度図において評価した結果、高い色純度が得られることが確認された。

第6図は本発明の他の実施例を示す波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタの構成図である。

ここでは、第6図に示すように、クロスニコルで挟んだECBセル(P, LC, P)を、2組($k=2$)の平行偏光子で挟んだ液晶(P, LC, P, LC, P)に付加した。つまり、出力側にクロスニコルで挟んだECBセル1枚を配置した。

第7図(a), (b), (c) はそれぞれ $m=0, 1, 2$ (すべて $k=2$)とした場合の修正型液晶リオフィルタの透過特性を示している。

この場合も、 λ をどのような値に設定しても、可視領域の範囲に隣接する透過域が含まれること

うに構成することができる。

(4) 平行偏光子で挟んだ液晶を入力側及び出力側に配置し、偏光子がクロスして配置されるクロスニコルで挟んだ液晶を中間に1枚配置するように構成することができる。

(5) 平行偏光子で挟んだ液晶を入力側及び出力側にそれぞれ1枚配置し、偏光子がクロスして配置されるクロスニコルで挟んだ液晶を中間に1枚配置するように構成することができる。

なお、本発明は、高い色純度を有するセグメントタイプのマルチカラーディスプレイとして用いて好適である。

また、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

(発明の効果)

以下、詳細に説明したように、本発明によれば、次のような効果を実現することができる。

(1) フィルタの透過スペクトルが急峻な、狭帯域

はない。

このように、平行偏光子で挟んだECBセル2枚とクロスニコルで挟んだもの1枚で特性が良好な狭帯域バンドパスフィルタを得ることができる。

また、図示しないが、上記の他に、以下のような実施態様を挙げることができる。

(1) 平行偏光子で挟んだ液晶と偏光子がクロスして配置されるクロスニコルで挟んだ液晶を重ねて配置することをもって足りる。即ち、平行偏光子で挟んだ液晶を1枚或いは複数枚配置し、偏光子がクロスして配置されるクロスニコルで挟んだ液晶を少なくとも1枚配置するように構成することができる。

(2) 偏光子がクロスして配置されるクロスニコルで挟んだ液晶を入力側に1枚配置し、平行偏光子で挟んだ液晶を1枚或いは複数枚出力側に重ねて配置するように構成することができる。

(3) 平行偏光子で挟んだ液晶を入力側に配置し、偏光子がクロスして配置されるクロスニコルで挟んだ液晶を出力側に1枚或いは複数枚配置するよ

特性を得ることができる。

(2) ECB型液晶セルへの印加電圧を適当に設定することにより、透過スペクトルの波長を可変にすることができる。

(3) 隣接する透過帯域は完全に遮断され、可視領域に2つの透過帯域が含まれることがない。

(4) 表示に用いる時には、任意の色相の、しかも高い色純度を得ることができる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例を示す波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタの構成図、第2図はそのオプティカル・バンドパスフィルタの透過特性を示す図、第3図は従来のオプティカル・バンドパスフィルタの構成図、第4図は液晶を用いたオプティカル・バンドパスフィルタの透過特性を示す図、第5図はLIXON-GR41の波長分散を示す図、第6図は本発明の他の実施例を示す波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタの構成図、第7図は本発明の他の実施例を示す波長可変型オプティカル・バンドパスフィルタの透過

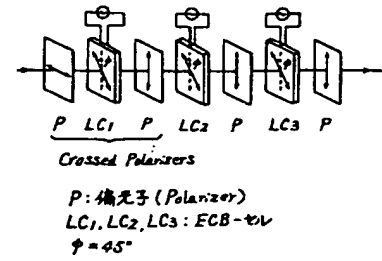
特性を示す図を示す図である。

P…偏光子、LC₁、LC₂、LC₃…液晶。

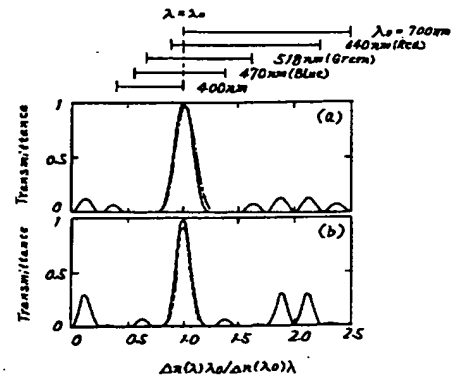
特許出願人 新技術事業団

代理人 弁理士 清水 守

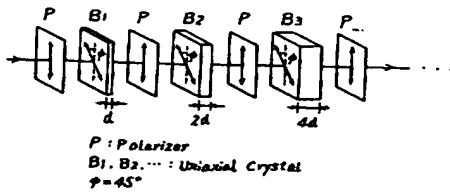
第 1 図



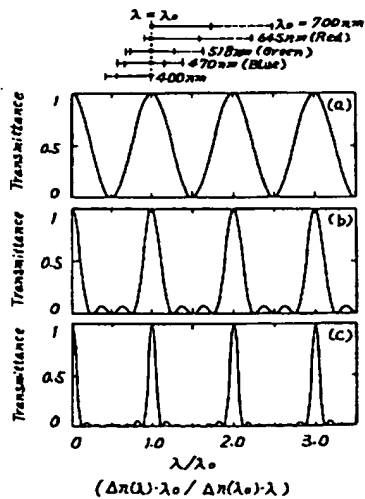
第 2 図



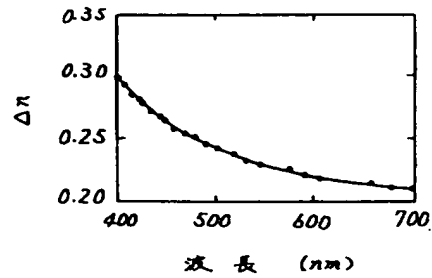
第 3 図



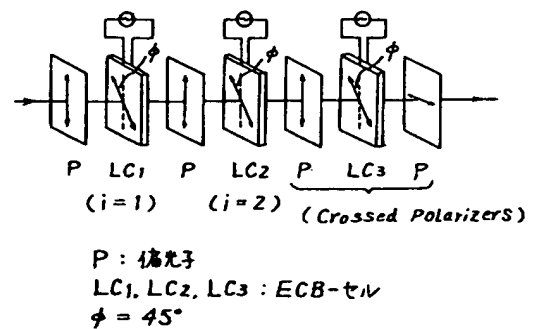
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

